

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-249711

(43)Date of publication of application : 05.09.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/022  
H01L 31/02  
H04B 10/04  
H04B 10/06  
H04B 10/14  
H04B 10/26  
H04B 10/28

(21)Application number : 2002-049205

(22)Date of filing : 26.02.2002

(71)Applicant : OPNEXT JAPAN INC

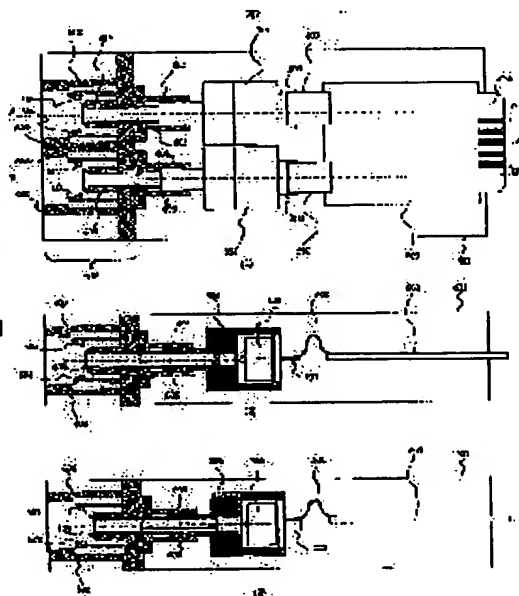
(72)Inventor : MARUYAMA SHIGENOBU  
KAWAMOTO KAZUTAMI  
FURUICHI HIROO  
YOSHIDA TORU  
YOSHIDA ISAMU  
ONO KATSUYA  
YAMADA OSAMU  
IBE MASARU  
TOKITA SHIGERU  
TONOZUKA TAROU

## (54) OPTICAL COMMUNICATION MODULE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the transmission capacity of a receptacle type optical communication module.

**SOLUTION:** The optical communication module comprises a high-speed signal transmission wiring matched at characteristic impedance to about 50  $\Omega$ , solder connectors of a transmission can package and a receiving can package having solder connectors at one end of the wiring, and the solder connector at one end of the wiring on a ceramic board through a can stem, to place a peripheral circuit and a communication control circuit of the module in a structure in which the wiring matched at the impedance to about 50  $\Omega$  and a flexible circuit board having solder connectors at both ends of the wiring are connected between the module and the solder connector on the printed board having the connector for connecting to a mother board.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-249711

(P2003-249711A)

(43) 公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 5/022	5 F 0 7 3
H 0 1 L 31/02		H 0 4 B 9/00	Y 5 F 0 8 8
H 0 4 B 10/04		H 0 1 L 31/02	B 5 K 0 0 2
10/06			
10/14			

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-49205(P2002-49205)

(22) 出願日 平成14年2月26日(2002.2.26)

(71) 出願人 301005371

日本オプネクスト株式会社

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地

(72) 発明者 丸山 重信

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 川本 和民

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外1名)

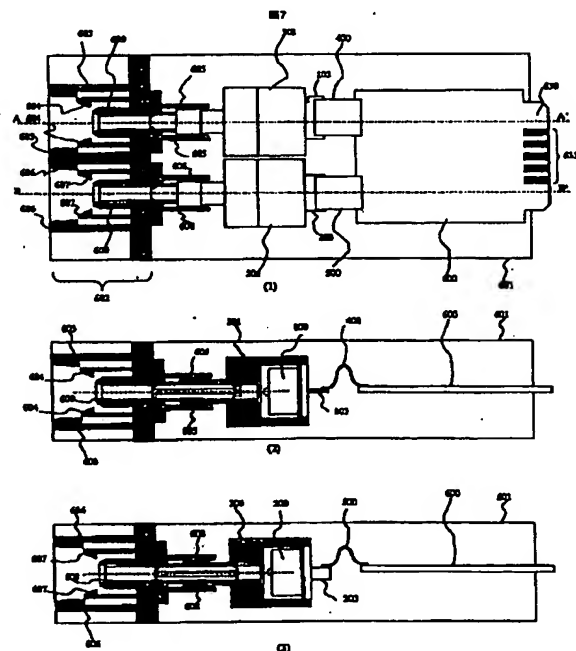
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信モジュール

(57) 【要約】

【課題】 レセプタクル型光通信モジュールの伝送容量を増加させること。

【解決手段】 キャンシステムを貫通したセラミック基板上に、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備する送信用キャンパッケージ及び受信用キャンパッケージのそれぞれの半田接続部と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備し、送受信モジュールの周辺回路や通信制御回路を搭載すると共に、光通信モジュールをマザーボードに接続するためのコネクタ部を備えるプリント基板上の半田接続部との間を、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の両端に半田接続部を備えたフレキシブル配線基板で接続した構造の光通信モジュール。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】光通信モジュールの外部から光ファイバを接続するためのレセプタクル部と、発光素子をキャンパッケージに格納・封止し、前記発光素子の信号伝送線路を形成したセラミック基板をキャンシステムに貫通させた構造の送信モジュールを具備する光通信モジュールであって、前記送信モジュールの信号伝送線路の高周波特性インピーダンスが約 50  $\Omega$  に整合され、且つ該信号伝送路の一端に半田接続部が形成されていることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 2】光通信モジュールの外部から光ファイバを接続するためのレセプタクル部と、受光素子をキャンパッケージに格納・封止し、前記受光素子の信号伝送線路を形成したセラミック基板をキャンシステムに貫通させた構造の受信モジュールを具備する光通信モジュールであって、前記受信モジュールの信号伝送線路の高周波特性インピーダンスが約 50  $\Omega$  に整合され、且つ該信号伝送路の一端に半田接続部が形成されていることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 3】特許請求の範囲第 1 項及び第 2 項に記載の光通信モジュールにおいて、高周波信号伝送線路がセラミック基板上に形成され、且つ該高周波信号伝送線路がコブレナ構造であることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 4】光通信モジュールの外部から光ファイバを接続するためのレセプタクル部と、発光素子または受光素子をキャンパッケージに格納・封止し、前記発光素子または受光素子の信号伝送線路を形成したセラミック基板をキャンシステムに貫通させた構造の送信モジュールまたは受信モジュールと、発光素子または受光素子の周辺回路を実装したプリント基板を具備する光通信モジュールであって、前記プリント基板の信号伝送線路の高周波特性インピーダンスが約 50  $\Omega$  に整合され、且つ該信号伝送路の一端に半田接続部が形成されていることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 5】特許請求の範囲第 4 項に記載の光通信モジュールにおいて、高周波信号伝送線路がプリント基板上に形成され、且つ該高周波信号伝送線路がコブレナ構造であることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 6】特許請求の範囲第 4 項及び第 5 項に記載の光通信モジュールにおいて、発光素子または受光素子の周辺回路を実装したプリント基板の一部に、該プリント基板と光通信モジュールの外部の基板との間で電気的な接続を達成するためのコネクタ勘合部が設けられていることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 7】光通信モジュールの外部から光ファイバを接続するためのレセプタクル部と、発光素子または受光素子をキャンパッケージに格納・封止し、前記発光素子または受光素子の信号伝送線路を形成したセラミック基板をキャンシステムに貫通させた構造の送信モジュールま

たは受信モジュールと、発光素子または受光素子の周辺回路を実装したプリント基板を具備する光通信モジュールであって、前記送信モジュールまたは受信モジュールのセラミック基板上に設けられた信号伝送路の半田接続部と、前記プリント基板基板上に設けられた信号伝送路の半田接続部との間が、高周波特性インピーダンスが約 50  $\Omega$  に整合された信号伝送線路及び該信号伝送線路の両端に半田接続部を有するフレキシブル配線基板で接続されたことを特徴とする光通信モジュール。

10 【請求項 8】特許請求の範囲第 7 項に記載の光通信モジュールにおいて、フレキシブル配線に設けられた高周波信号伝送路がコブレナ構造であることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 9】特許請求の範囲第 7 項に記載の光通信モジュールにおいて、フレキシブル配線に設けられた高周波信号伝送路がコブレナ構造であり、且つ前記高周波信号伝送路にシールド層が設けられたことを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 10】特許請求の範囲第 7 項及び第 8 項及び第 9 項に記載の光通信モジュールにおいて、送信モジュールまたは受信モジュールのセラミック基板上に設けられた信号伝送路と、フレキシブル配線基板の信号伝送路と間の半田接続部における高周波特性インピーダンスが、約 50  $\Omega$  に整合されたことを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 11】特許請求の範囲第 10 項に記載の光通信モジュールにおいて、送信モジュールまたは受信モジュールのセラミック基板上に設けられた信号伝送路と、フレキシブル配線基板の信号伝送路と間の半田接続部が、樹脂で補強されていることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 12】特許請求の範囲第 7 項及び第 8 項及び第 9 項に記載の光通信モジュールにおいて、発光素子または受光素子の周辺回路を実装したプリント基板上に設けられた信号伝送路と、フレキシブル配線基板の信号伝送路と間の半田接続部における高周波特性インピーダンスが、約 50  $\Omega$  に整合されたことを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 13】特許請求の範囲第 12 項に記載の光通信モジュールにおいて、発光素子または受光素子の周辺回路を実装したプリント基板上に設けられた信号伝送路と、フレキシブル配線基板の信号伝送路と間の半田接続部が樹脂で補強されていることを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 14】光通信モジュールの外部から光ファイバを接続するためのレセプタクル部と、発光素子をキャンパッケージに格納・封止し、前記発光素子の信号伝送線路を形成したセラミック基板並びに前記発光素子を実装した金属ステムをキャンシステムに貫通させた構造の送信モジュールと、前記発光素子の周辺回路を実装したプリ

ント基板を具備し、これら全てを筐体に格納した構造の光通信モジュールであって、前記送信モジュールの金属システムと、前記筐体との間に放熱構造を設けたことを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 15】特許請求の範囲第 1 項及び第 2 項に記載の光通信モジュールにおいて、発光素子または受光素子の信号伝送線路を形成したセラミック基板上に、フレキシブル配線基板との半田接続部を樹脂補強するための樹脂補強用スペースを設けたことを特徴とする光通信モジュール。

【請求項 16】特許請求の範囲第 2 項に記載の光通信モジュールにおいて、発光素子または受光素子の周辺回路を実装したプリント基板上に、フレキシブル配線基板との半田接続部を樹脂補強するための樹脂補強用スペースを設けたことを特徴とする光通信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信のためのレーザ光を送受信する発光素子や受光素子を実装した光通信モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】光通信で使用される発光素子（レーザダイオード）や受光素子（フォトダイオード）は、レンズや必要な電子部品等と共に各種パッケージに収納される。各種パッケージの内、パッケージ内部の受発光素子に対して外部から光ファイバを接続（挿抜）して使用するレセプタクル型光通信モジュールには、モジュールの組立性や取り扱い性の観点から、キャンパッケージ構造が採用されている。キャンパッケージの典型的な構造は、特開平 8-114728 により開示されている。本従来例では、コパール等の金属からなる円盤状のステム上に受発光素子を搭載し、受発光素子の搭載面にコパール等の金属からなる円筒状のキャップを溶接で固定して、内部に不活性ガスを充填・封止する。受発光素子のリードピンはガラス材料によってステム穴に固定され、ステムとは電気的に絶縁された状態でステムを貫通している。キャップの中央部にはレンズがガラス封着されている。この様に、キャンパッケージ内部を気密封止することで、パッケージ外部の水分や酸素等の侵入を防ぎ、受発光素子等の劣化や特性変動を抑制し、長期間にわたる信頼性を確保している。

【0003】レセプタクル型光通信モジュールは、上記キャンパッケージと、電子部品を実装した回路基板（受発光素子の周辺回路や通信制御回路）が 1 つの筐体に格納され、更にキャンパッケージに対して外部から光ファイバを接続（挿抜）するためのレセプタクル型の光コネクタが前記筐体と一体構造となっている。レセプタクル型光通信モジュール内部の構造例は、特開 2001-298217 により開示されている。本従来例は、電子部品搭載領域とキャンパッケージ搭載領域を設けた 1 枚の

フレキシブルプリント基板を使用する点が特徴であり、これにより光通信モジュール形状の小型化が図られている。また、光通信モジュールをマザーボードに実装する際、フレキシブルプリント基板を挟持するリードピンに対して外力が発生しても、それがキャンパッケージとフレキシブルプリント基板との接続部に伝搬することではなく、両者の電気的な接続の信頼性が損なわれることがない。

【0004】

- 10 【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記第 1・第 2 の従来例においては、ステムにリードピンを直接貫通させた構造のキャンパッケージを使用しているため、ステムに設ける穴の直径が 1 mm 程度となり、リードピン数を増やすことが不可能である。そのため、レーザダイオードを駆動するドライバ LSI や、フォトダイオードの信号を増幅する増幅 LSI をキャンパッケージ内に収納できず、パッケージの外に設置せざるを得ない。このことは、受発光素子とドライバ LSI や増幅 LSI との距離が長くなることを意味しており、高速信号伝送への適用が困難であった。また、上記したリードピン構造では、高速信号伝送配線の特性インピーダンス（通常、 $50 \pm 2 \Omega$  であり、これを約  $50 \Omega$  という）のマッチングを取ることが困難であった。そのため、キャンパッケージの光モジュールは 2.5 Gbit/s 以下の通信に用いられているのが実状となっている。

- 20 【0005】また上記第 2 の従来例においては、光通信モジュールをマザーボードに実装する際、フレキシブル回路基板を挟持するリードピンに外力が加わると、該リードピンとフレキシブルプリント基板との接続部が破損し、電気的な接続が得られなくなることで光通信モジュールの性能が損なわれる恐れがある。更に、キャンパッケージの放熱を考慮した実装構造となっていないため、光通信モジュールを長時間使用した際に、キャンパッケージの発熱によって通信性能が損なわれる恐れがある。

- 30 【0006】本願に含まれる発明の目的の 1 は、キャンパッケージの入出力信号配線（高速信号伝送配線）と受発光素子の周辺回路や通信制御回路を実装した回路基板との間を、高速信号伝送配線の特性インピーダンス（通常約  $50 \Omega$ ）でマッチングすることにより、高速信号伝送（10 Gbit/s 以上）を実現するレセプタクル型光通信モジュールを提供することである。本願に含まれる発明の他の目的は、光通信モジュールをマザーボードに実装する際に光通信モジュールに対して生じる外力が、光通信モジュールの性能に影響を与えない構造のレセプタクル型光通信モジュールを提供することである。本願に含まれる発明の他の目的は、光通信モジュールを長時間連続使用した際に、キャンパッケージの発熱によって通信性能が損なわれることのない構造のレセプタクル型光通信モジュールを提供することである。

50 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を解決する手段として、以下の手段がある。キャンシステムを貫通したセラミック基板上に、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備するキャンパッケージ（送信モジュール）を実装した光通信モジュールによって達成される。またキャンシステムを貫通したセラミック基板上に、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備するキャンパッケージ（受信モジュール）を実装した光通信モジュールによっても達成される。特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の両端に半田接続部を備えたフレキシブル配線基板を実装した光通信モジュールによって達成される。

【0008】また上記は、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線からの電磁波の輻射を抑制するためのシールド層と、該高速信号伝送配線の両端に半田接続部を備えたフレキシブル配線基板を実装した光通信モジュールによって達成される。また上記は、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備し、送受信モジュールの周辺回路や通信制御回路を搭載するプリント基板を実装した光通信モジュールによって達成される。

【0009】上記は、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備し、送受信モジュールの周辺回路や通信制御回路を搭載すると共に、光通信モジュールをマザーボードに接続するためのコネクタ部を備えるプリント基板を実装した光通信モジュールによって達成される。または、キャンシステムを貫通したセラミック基板上に、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備する送信用キャンパッケージ及び受信用キャンパッケージのそれぞれの半田接続部と、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の一端に半田接続部を具備し、送受信モジュールの周辺回路や通信制御回路を搭載すると共に、光通信モジュールをマザーボードに接続するためのコネクタ部を備えるプリント基板上の半田接続部との間を、特性インピーダンスを約50Ωに整合した高速信号伝送配線と、該高速信号伝送配線の両端に半田接続部を備えたフレキシブル配線基板で接続した構造の光通信モジュールによって達成される。

【0010】送信モジュールに内蔵されたレーザダイオードのドライバLSIからの発熱を、送信モジュールの金属システムと、放熱ブロックを介して筐体に放熱する構造とした光通信モジュールによって達成される。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は本実施例で使用するレーザダイオードを搭載した送信用モジュール100の構造を示す断面図である。図1(2)及び図1(3)はそれぞれ、図1(1)のA-A'断面図、B-B'断面図である。配線が形成されたセラミック基板103は、円盤状のキャンシステム101を貫いて固定されている。また金属システム104はキャンシステム101の上面に配置・固定されている。レーザダイオードキャリア105、レーザダイオード106、ドライバLSI107、モニタフォトダイオード108、サーミスタ109、バイアス端子用インダクタ110等は、金属システム104の光軸と平行な面上に配置・固定されている。キャンシステム101の上面には、キャンキャップ111を固定する。キャンキャップ111の上面中央部にはレンズ112が固定されている。

【0012】次に個々の部分について詳細に説明する。円盤状のキャンシステム101はコパル等の金属製システムであり、予めセラミック基板103を貫通させるための基板貫通孔102が形成されている。セラミック基板103はアルミナ、窒化アルミ等であり、電気回路として必要な配線及びワイヤボンディング用電極（詳細は図示せず）やモジュール外部との接続に必要な外部電極113が形成してある。配線形成はタングステン等のペーストの印刷、焼成によるが、必要に応じてスルーホールを形成し、多層配線基板とする。ワイヤボンディング用電極や外部電極113のタングステン等の上にはNi/Auめっきを施す。セラミック基板103の、基板貫通孔102に於いて固定される部分には、その全周にタングステン/Ni/Auのメタライズを形成し、基板貫通孔102に於いて、キャンシステム101と銀ロウ等で固定する。なおセラミック基板の配線形成面には絶縁層120（アルミナ）が設けられている。以上の様に、キャンシステム101とセラミック基板103との接続部の気密性を確保する。

【0013】金属システム104は銅-タングステン合金のように、熱伝導率が大きく（200W/(m・K)）、且つキャンシステム101のコパル及びセラミック基板103のアルミナもしくは窒化アルミ等と熱膨張係数が同等（ $5\sim7\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）の金属から成り、キャンシステム101に銀ロウ等で固定する。銅-タングステン合金の金属システム104は、後述するドライバLSI107の発熱をキャンシステム101へ効率よく伝導して逃がす作用を果たす。レーザダイオードキャリア105は、金属システム104の光軸と平行な面上に搭載されている。この搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。レーザダイオードキャリア105は、窒化アルミ等のセラミック基板であり、インピーダンス整合抵抗121が形成されている。インピーダンス整合抵抗121は、例えば、レーザダイオードキャリア105上に形成されたニッケル-クロム等の薄膜抵抗もしくは、チップ

ブ抵抗等を用いる。レーザダイオード106はこのレーザダイオードキャリア105に搭載する。この搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。レーザダイオード106の信号光はレンズ112方向に発せられ、その発光中心は円盤状のキャンシステム101の中心に位置するように金属ステム104、レーザダイオードキャリア105及び、レーザダイオード106の位置が決定される。インピーダンス整合抵抗121が不要の場合は、レーザダイオードキャリア105を用いないで、レーザダイオード106を直接金属ステム104に搭載しても良い。

【0014】レーザダイオード106を駆動するドライバLSI107は、レーザダイオードキャリア105のできるだけ近くの金属ステム104上に搭載した。この搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等によるはんだ付けもしくは、銀エポキシ系等の接着剤固定によって行う。本実施例では、ドライバLSI107の端子数は17本であり、前記したようにセラミック基板103をキャンシステム101に貫通させる構造を採用する事によって、ドライバLSI107をレーザダイオード106の近くに設置して、且つ17本の配線114をキャン外部に取り出すことができた。なお図中では、説明の簡略化のために、配線114を8本で表現している。

【0015】モニターフォトダイオード108は、予めモニターフォトダイオードキャリア122に搭載され、その受光面がレーザダイオード106の後方発光を受光できる位置に配置される。モニターフォトダイオード108のモニターフォトダイオードキャリア122への搭載および、モニターフォトダイオードキャリア122の金属ステム104への搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。モニターフォトダイオードキャリア122には、モニターフォトダイオード108搭載面及び、セラミック基板103表面と平行な面に配線が形成されている。

【0016】レーザダイオード106の温度をモニタするサーミスタ109は、金属ステム104との電気絶縁をとるために窒化アルミ等のサーミスタキャリア123に搭載し、サーミスタキャリア123をレーザダイオード106近傍の金属ステム104上に配置する。サーミスタ109のサーミスタキャリア123への搭載および、サーミスタキャリア123の金属ステム104への搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。サーミスタ109は、レーザダイオードキャリア105に搭載しても良い。更に本実施例では、レーザダイオード106のバイアス電位を与えるための端子に、レーザダイオード106の高周波駆動信号がバイアス端子から外部に漏れ出すことを防ぐためのインダクタ110を、セラミック基板103上に搭載した。インダクタ110のセラミック基板103への搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。

上記した各部品は、ワイヤボンディングやリボンボンディングにより、電気的に接続される。

【0017】一方、円筒形状のキャンキャップ111は、コパール等のキャンシステム101と同じ材料で成形されたものであり、その上面中央部は開口されて、レンズ112がガラス封着される。本実施例ではレンズ112として、レーザダイオード106からのレーザ光と、これを受ける光ファイバ（図示せず）との光結合効率を高く取る目的で、球面収差の少ない非球面レンズを用いたが、レーザ光パワーが十分に大きい場合はより低価格のボールレンズを用いても良い。キャンキャップ111は、レーザダイオード106の発光中心とレンズ112の中心が一致するように、キャンシステム101に取り付ける。その方法は、例えばキャンキャップ111をキャンシステム101に重ねた状態で、レーザダイオード106を発光させ、レンズ112から出射するレーザ光パワーを測定しながら、キャンシステム101上でのキャンキャップ111の最適位置を求め、キャンキャップ111とキャンシステム101とを抵抗溶接法でリング状に溶接する。また、レンズ112をキャンモジュールの外部に取り付けるような構成を用いる場合は、キャンキャップ111の上面中央部開口にはガラス板（図示せず）を取り付けても良い。この時、要求信頼度によっては必ずしも気密封止に限定せず、接着剤などを用いた非気密性の封止であっても良い。

【0018】図2は図1に示したセラミック基板103上の外部電極113の説明図である。セラミック基板103上の高速信号伝送配線115～119はコブレナ構造となっており、信号配線である差動信号配線116及び118の2本から成り、お互いに正負の符号が反転した信号を伝送させる。この差動信号伝送方式により、信号のエネルギーロス及び外部への不要輻射を抑制することができる。差動信号配線116及び118の両側及び、配線間にはグランド配線115、117、119を形成した。高速信号伝送配線115～119の配線幅L101～L105と配線間隔S101～S104は、セラミック基板103の厚さt1と誘電率、並びに高速信号伝送配線115～119の材料であるタングステンの膜厚（図示せず）と導電率をパラメータとして決定されたもので、配線の特性インピーダンスとして約50Ω（通常、 $50 \pm 2 \Omega$ であり、以後これを約50Ωという）が得られる関係に調節されている。また、高速信号伝送配線115～119には、セラミック基板103の端部において、後述するフレキシブル配線基板と半田接続を行うための接続部C1が設けられている。接続部C1における高速信号伝送配線115～119の配線幅L106～L110と配線間隔S105～S108については、接続部C1以外の領域とは異なる設計となっている。接続部C1における配線幅L106～L110と配線間隔S105～S108については、セラミック基板



103の厚さ $t_1$ と誘電率、並びに高速信号伝送配線115~119の材料であるタングステンの膜厚(図示せず)と導電率、並びに後述するフレキシブル基板との接続に使用する半田の物性値や、フレキシブル基板を構成する配線や誘電体の物性値等を考慮して決定されており、フレキシブル基板との接続が行われた時点で接続部C1における配線の特性インピーダンスが約50Ωとなる関係に調節されている。

【0019】図3は本実施例で使用するフォトダイオードを搭載した受信用モジュール200の構造を示す断面図である。図3(2)及び図3(3)はそれぞれ、図3(1)のA-A'断面図、B-B'断面図である。図3では、フォトダイオードの機能を果たす素子として、フォトダイオード及びブリアンプを一体化したOEIC(Opto-Electronic IC)を用いた。先ず、全体構造を説明する。配線が形成されたセラミックブロック203は、円盤状のキャンシステム201のセラミックブロック貫通孔204を貫いて固定されている。OEIC205は、セラミックブロック203の光軸と垂直あるいは斜めに交わるOEIC搭載面202上に搭載されている。更にOEIC搭載面202上には、OEIC205の近傍に、OEIC205の電源電圧を安定化させるためのコンデンサ206を配置する。キャンシステム201の上面には、キャンキャップ207を固定する。キャンキャップ207の上面中央部にはレンズ208が固定されている。

【0020】次に個々の部分について詳細に説明する。円盤状のキャンシステム201はコパール等の金属製ステムであり、予めセラミックブロック203を貫通させるためのセラミックブロック貫通孔204が形成されている。セラミックブロック203はアルミナ、窒化アルミ等であり、電気回路として必要な配線及びワイヤボンディング用電極やモジュール外部との接続に必要な外部電極209が形成してある。配線形成はタングステン等のベースの印刷、焼成によって形成し、フォトダイオード搭載面202上の配線と外部電極形成面上の配線210~213とは、上記両面の交わる線の部分において接続されている。即ちセラミックブロック203の配線は、セラミックブロック203の表面のみに形成する。ワイヤボンディング用電極や外部電極209にはタングステン等の上にNi/Auめっきを施す。なお、セラミック基板103の材料としては、上述した他に、ムライト、ガラスセラミック等を用いてもよい。あるいは、ジルコニアガラス等の誘電体材料を使用することも可能である。

【0021】セラミックブロック203の、ブロック貫通孔204に於いて固定される部分には、絶縁層214(アルミナ)を設け、絶縁層214の表面を含めてセラミックブロック203の全周(ブロック貫通孔35との固定部分)にタングステン/Ni/Auのステム接合用

メタライズを形成し、銀ロウ等でキャンシステム201と固定する。以上の様に、キャンシステム201とセラミックブロック203との接続部の気密性を確保する。

【0022】OEIC205のOEIC搭載面202への搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けもしくは、銀エポキシ系等の接着剤固定によって行う。なおOEIC205に内蔵されているフォトダイオード215の受光面の中心が円盤状のキャンシステム201の中心に位置するように、セラミックブロック203及び、OEIC205の位置が決定される。また図3では、フォトダイオード及びブリアンプを一体化したOEIC205及び、特性インピーダンスを約50Ωに整合させた信号配線212を用いて、低ノイズで高速な信号伝送が実現した。なお、信号配線212の両側にはグラウンド配線211及び213が配置されている。OEIC205に対して電源等を供給する目的の配線210は2本で、信号配線211~213と合わせて合計5本の配線をキャン外部に取り出している。OEIC205の信号配線を作動伝送とした場合等、キャン外部により多くの配線を取り出す必要性が生じた場合でも、本構造の受信モジュールであれば容易に対応することができる。OEIC205はキャン内部においてワイヤボンディングやリボンボンディングにより、配線に接続されている。

【0023】一方、円筒形状のキャンキャップ207は、コパール等のキャンシステム201と同じ材料で成形されたものであり、その上面中央部は開口されて、レンズ208がガラス封着される。図3では、レンズ12として低価格なボールレンズを用いたが、必要とする性能に応じてより高性能な非球面レンズ等を用いても良い。キャンキャップ207は、OEIC205に内蔵されているフォトダイオード215の受光面の中心とレンズ208の中心が一致するように、キャンシステム201に取り付ける。その方法は、例えばキャンキャップ207をキャンシステム201に重ねた状態で、外部からレーザー光をレンズ208を介してフォトダイオード215に導き、フォトダイオード215の受光パワーを測定しながら、キャンシステム201上でのキャンキャップ207の最適位置を求め、キャンキャップ207とキャンシステム201とを抵抗溶接法でリング状に溶接する。また、レンズ208をキャンモジュール200と切り離して取り付けるような構成を用いる場合は、キャンキャップ207の上面中央部開口にはガラス板(図示せず)を取り付けても良い。この時、要求信頼度によっては必ずしも気密封止に限定せず、接着剤などを用いた非気密性の封止であっても良い。

【0024】図4は図2に示したセラミックブロック203上の外部電極209の説明図である。セラミックブロック203上の高速信号伝送配線211~213はコブレナ構造になっており、信号配線212と、その両側のグラウンド配線211、213で構成されている。



高速信号伝送配線211~213の配線幅L201~L203と配線間隔S201、S202は、セラミックブロック203の厚さt2と誘電率、並びに高速信号伝送配線211~213の材料であるタングステンの膜厚

(図示せず)と導電率をパラメータとして決定されたもので、配線の特性インピーダンスとして約50Ωが得られる関係に調節されている。また、高速信号伝送配線211~213には、セラミックブロック203の端部において、後述するフレキシブル配線基板と半田接続を行うための接続部C2が設けられている。接続部C2における高速信号伝送配線211~213の配線幅L204~L206と配線間隔S203、S204については、接続部C2以外の領域とは異なる設計となっている。接続部C2における配線幅L204~L206と配線間隔S203、S204については、セラミックブロック203の厚さt2と誘電率、並びに高速信号伝送配線211~213の材料であるタングステンの膜厚(図示せず)と導電率、並びに後述するフレキシブル基板との接続に使用する半田の物性値や、フレキシブル基板を構成する配線や誘電体の物性値等を考慮して決定されており、フレキシブル基板との接続が行われた時点で接続部C2における配線の特性インピーダンスが約50Ωとなる関係に調節されている。

【0025】図5は、図1の送信モジュール100を格納した送信光学系モジュール301の構造を示した説明図である。ステンレス製の数点の構成部品から成るケース302には、送信モジュール100のレンズ112から出射されるレーザ光を導光するためのファイバキャピラリ304と、ファイバキャピラリ304に入射するレーザ光の反射を防止するためのアイソレータ303と、送信モジュール100が一体化された構造となっている。ケース302の構成部品と送信モジュール100は、全て溶接により接続されるが、最終的に送信モジュール100のレンズ112から出射されるレーザ光が、ファイバキャピラリ304の中心部のコア305に最も効率良く入射するように位置決めされた上で、送信モジュール100をケース302に溶接・固定する。この位置決めは、セラミック基板103上の配線114にレーザダイオードを点灯させる為の疑似信号を入力した上で、ファイバキャピラリ305によって導光・出射されるレーザ光(図示せず)の強度を、別途設けたパワーメータ等(図示せず)でモニタしながら実施する。送信モジュール100とファイバキャピラリ305によって封止されたケース302の内部空間は、不活性ガスが充填されている。

【0026】図6は、図3の受信モジュール200を格納した受信光学系モジュール306の構造を示した説明図である。ステンレス製の数点の構成部品から成るケース307には、受信モジュール306の外側から入射するレーザ光(図示せず)を導光するためのファイバキャ

ピラリ308と、受信モジュール200が一体化された構造となっている。ケース307の構成部品と受信モジュール200は、全て溶接により接続されるが、最終的に受信モジュール200内部のフォトダイオードが、ファイバキャピラリ308の中心部のコア309から出射されるレーザ光をレンズ208を介して最も効率良く検出するように位置決めされた上で、受信モジュール200をケース307に溶接・固定する。この位置決めは、セラミック基板203上の配線210にフォトダイオードを動作させる為の電圧を印加した上で、受信光学系モジュール306の外部からレーザ光をファイバキャピラリ308のコア309に入射させ、受信モジュール200内部のフォトダイオードの検出信号をセラミック基板203上の信号配線211~213で検出しながら調節する。受信モジュール200とファイバキャピラリ308によって封止されたケース307の内部空間は、不活性ガスが充填されている。

【0027】図7は送受信機能を備えた、レセプタクル型光通信モジュール(トランシーバモジュール)の実装構造を示した説明図である。(1)は平面図(一部断面図)、(2)は(1)のA-A'断面図、(3)は(1)のB-B'断面図である。本光通信モジュールは、送信モジュール100を内蔵した送信光学系モジュール301と、受信モジュール200を内蔵した受信光学系モジュール306と、両光学系モジュールの制御回路を実装したプリント基板600と、送受信光学系モジュールに対して外部から光ファイバを接続するためのレセプタクル部602が1つの筐体601に格納された構成である。プリント基板600にはコネクタ部630が形成されており、複数の光通信通信モジュールを1枚のマザーボード(図示せず)上に設けたコネクタ勘合部に挿入して使用することができる。コネクタ部630には、マザーボードからプリント基板600に電源を供給したり、両者間で信号のやりとりを行うための配線631が設けられている。配線631は銅製で、その表面には金メッキが施されている。

【0028】レセプタクル部602では、スリーブ609により送受信光学系モジュールのファイバキャピラリの外形が拘束されており、光通信モジュールの外部から送受信側にそれぞれ挿入されるコネクタ先端のファイバキャピラリ(図示せず)が、スリーブ609内に圧入されることで、光量ロスを抑えた光結合を実現している。

【0029】図8はプリント基板600上に設けられた配線パターンの説明図である。図8(1)は送信光学系側301側の配線パターンの説明図である。プリント基板600上の高速信号伝送配線611~615はコブレナ構造で、信号配線である差動信号配線612及び614の2本から成り、お互いに正負の符号が反転した信号を伝送させる。この差動信号伝送方式により、信号のエネルギーロス及び外部への不要輻射を抑制することがで

きる。差動信号配線612及び614の両側及び、配線間にはグラウンド配線611、613、615を形成した。高速信号伝送配線611～615の配線幅L301～L305と配線間隔S301～S304は、プリント基板600の厚さと誘電率、並びに高速信号伝送配線611～615の材料である銅の膜厚（図示せず）と導電率をパラメータとして決定されたもので、配線の特性インピーダンスとして約50Ωが得られる関係に調節されている。また、高速信号伝送配線611～615には、プリント基板600の端部において、後述するフレキシブル配線基板と半田接続を行うための接続部C3が設けられている。接続部C3における高速信号伝送配線611～615の配線幅L306～L310と配線間隔S305～S308については、接続部C3以外の領域とは異なる設計となっている。接続部C3における配線幅L306～L310と配線間隔S305～S308については、プリント基板600の厚さと誘電率、並びに高速信号伝送配線611～615の材料である銅の膜厚（図示せず）と導電率、並びに後述するフレキシブル基板との接続に使用する半田の物性値や、フレキシブル基板を構成する配線や誘電体の物性値等を考慮して決定されており、フレキシブル基板との接続が行われた時点で接続部C1における配線の特性インピーダンスが約50Ωとなる関係に調節されている。配線610は、送信モジュール100内部に格納されているレーザダイオードの制御信号線である。

【0030】図8(2)はプリント基板600上に設けられた受信光学系306側の配線パターンの説明図である。プリント基板600上の高速信号伝送配線621～623はコブレナ構造で、信号配線622と、その両側のグラウンド配線621、623で構成されている。高速信号伝送配線621～623の配線幅L401～L403と配線間隔S401、S402は、プリント基板600の厚さと誘電率、並びに高速信号伝送配線621～623の材料である銅の膜厚（図示せず）と導電率をパラメータとして決定されたもので、配線の特性インピーダンスとして約50Ωが得られる関係に調節されている。また、高速信号伝送配線621～623には、プリント基板600の端部において、後述するフレキシブル配線基板と半田接続を行うための接続部C4が設けられている。接続部C4における高速信号伝送配線621～623の配線幅L404～L406と配線間隔S403、S404については、接続部C4以外の領域とは異なる設計となっている。接続部C4における配線幅L404～L406と配線間隔S403、S404については、プリント基板600の厚さと誘電率、並びに高速信号伝送配線621～623の材料である銅の膜厚（図示せず）と導電率、並びに後述するフレキシブル基板との接続に使用する半田の物性値や、フレキシブル基板を構成する配線や誘電体の物性値等を考慮して決定されており、フ

レキシブル基板との接続が行われた時点で接続部C4における配線の特性インピーダンスが約50Ωとなる関係に調節されている。配線620は、受信モジュール200内部に格納されたフォトダイオードに電源等を供給するための配線である。

【0031】図7で説明した通り、送信光学系モジュール301、並びに受信光学系モジュール306は、レセプタクル部602のコネクタ603～605、並びに606～608の実装位置を基準として筐体601内に固定されている。一方で、プリント基板600は、筐体601内部の所定位置にネジで固定される。送信光学系モジュール301側のセラミック基板103とプリント基板600、並びに受信光学系モジュール306側のセラミックブロック203とプリント基板600を直接接続させるためには、セラミック基板103、セラミックブロック203、プリント基板600の平行度や直交度を精密に一致させることが必要となり、光通信モジュールの組立コストが増大する。仮に直接接続が実現したとしても、光通信モジュールをマザーボード（図示せず）に実装する場合、プリント基板600のコネクタ部630に外力が加わってしまうため、セラミック基板103とプリント基板600の接続部、及びセラミックブロック203とプリント基板600の接続部に前記外力が伝搬し、接続部の信頼性が損なわれてしまう。

【0032】本発明では、送信光学系モジュール301側のセラミック基板103とプリント基板600の実装位置関係のずれを吸収する目的で、送信光学系モジュール301側のセラミック基板103上の接続部C1とプリント基板600上の接続部C3を、高速信号（10Gbit/s以上）を伝送することが可能な専用のフレキシブル配線基板400で電気的に接続する。同様に受信光学系モジュール306側のセラミックブロック203上の接続部C2とプリント基板600上の接続部C4についても、高速信号（10Gbit/s以上）を伝送することが可能な、専用のフレキシブル配線基板500で電気的に接続する。

【0033】図9は送信光学系モジュール301側に用いるフレキシブル配線基板の説明図である。(1)は平面図、(2)は正面図、(3)はフレキシブル配線基板400の任意の配線の断面図（配線の方向と平行）であり、全ての配線は同一の断面構造となっている。フレキシブル配線基板400には、膜厚t3（本実施例では約30μm）の配線401～406（本実施例では銅）が形成されており、その上下に誘電体層407（本実施例ではポリイミド）をt4（本実施例では約50μm）、t5（本実施例では約50μm）だけ積層した構造である。配線401～406の材料としては銅の他に、NiCr、Al(W, Be)、Pt、Au等の材料、あるいはこれらを組み合わせた材料を使用することができる。高速信号伝送配線401～405はコブレナ構造で、信号

配線である差動信号配線402及び404の2本から成り、お互いに正負の符号が反転した信号を伝送させる。この差動信号伝送方式により、信号のエネルギーロス及び外部への不要輻射を抑制することができる。差動信号配線402及び404の両側及び、配線間にはグラウンド配線401、403、405を形成した。高速信号伝送配線401~405の配線幅L501~L505と配線間隔S501~S504は、配線401~406の上下に積層されている誘電体層407の膜厚t4、t5及び誘電率と、高速信号伝送配線401~405の材料である銅の膜厚t3と導電率をパラメータとして決定されたもので、配線の特性インピーダンスとして約50Ωが得られる関係に調節されている。本実施例では、配線401~405の幅L501~L505が約200μm、配線間隔S501~S504は約100μmである。配線406は送信モジュール100内部に格納されているレーザダイオードの制御信号線であり直流信号の伝送が主となるため、配線406の幅と配線406どうしの間隔については配線の特性インピーダンスを考慮する必要がない。フレキシブル配線基板の全長は約15mm、全幅は約8mmである。

【0034】フレキシブル配線基板400の両端には、送信光学系モジュール301側のセラミック基板103上の接続部C1との接続部C5と、プリント基板600上の接続部C3との接続部C6が設けられている。フレキシブル基板400の両端の接続部C5及びC6の配線401~406上には、20μm程度の厚さの半田メッキ401'~406'及び401''~406''が形成されている。

【0035】図10はフレキシブル基板400の両端に設けられた接続部の構造を示した図である。(1)は接続部C5、(2)は接続部C6の説明図である。接続部C5における高速信号伝送配線401~405の配線幅L106~L110と配線間隔S105~S108については、接続部C5以外の領域とは異なる設計となっている。接続部C5における配線幅L106~L110と配線間隔S105~S108については、送信光学系モジュール301側のセラミック基板103の厚さt1と誘電率、並びにセラミック基板103上に形成された高速信号伝送配線115~119の材料であるタングステンの膜厚(図示せず)と導電率、並びにフレキシブル配線基板400の配線401~405の膜厚t3と伝導率、並びにフレキシブル配線基板400の誘電体層407の膜厚t4、t5と誘電率、並びに接続部C5に形成された半田401'~405'の膜厚と伝導率を考慮して決定されており、セラミック基板103上の接続部C1とフレキシブル基板400の接続部C5が半田401'~405'により接続された状態で、接続部C5における配線の特性インピーダンスが約50Ωとなる関係に調節されている。なお、セラミック基板103上の接

続部C1における高速信号伝送配線115~119と、フレキシブル配線基板400の接続部C5における高速信号伝送配線401~405は、それぞれ対応する配線どうしの幅L106~L109と配線間隔S105~S108の寸法が同一となっている。

【0036】フレキシブル配線基板400の接続部C6における高速信号伝送配線401~405の配線幅L306~L310と配線間隔S305~S308については、接続部C6以外の領域とは異なる設計となっている。接続部C5における配線幅L306~L310と配線間隔S305~S308については、プリント基板600の厚さと誘電率、並びにプリント基板600上に形成された高速信号伝送配線621から623の材料である銅の膜厚(図示せず)と導電率、並びにフレキシブル配線基板400の配線401~405の膜厚t3と伝導率、並びにフレキシブル配線基板400の誘電体層407の膜厚t4、t5と誘電率、並びに接続部C6に形成された半田401'~405'の膜厚と伝導率を考慮して決定されており、プリント基板600上の接続部C4とフレキシブル基板400の接続部C6が半田401'~405'により接続された状態で、接続部C6における配線の特性インピーダンスが約50Ωとなる関係に調節されている。なお、プリント基板600上の接続部C4における高速信号伝送配線621~623と、フレキシブル配線基板400の接続部C6における高速信号伝送配線401~405は、それぞれ対応する配線どうしの幅L306~L309と配線間隔S305~S308の寸法が同一となっている。

【0037】図11は、図9及び図10に示したフレキシブル配線基板400を用いて、送信光学系モジュール301側のセラミック基板103上の接続部C1と、プリント基板600上の接続部C3が接続された第1の実施例を示した説明図である。図11(1)は平面図、(2)は側面図である。フレキシブル基板400の接続手順としては、光通信モジュールの筐体601の内部に送信光学系モジュール301と、受信光学系モジュール308と、プリント基板600の全てを格納・固定した後に、フレキシブル基板400の接続部C5とセラミック基板103の接続部C1との位置関係を図示しないハンドリング機構により調節し、図示しない加熱装置を用いてフレキシブル基板400側から加熱し、接続部の半田401'~405'を溶融させて接続部C5とC1を接続する。その後、フレキシブル基板400の接続部C6とプリント基板600の接続部C3との位置関係を図示しないハンドリング機構により調節し、図示しない加熱装置を用いてフレキシブル基板400側から加熱し、接続部の半田401'~405'を溶融させて接続部C6とC3を接続する。セラミック基板103とプリント基板600との間隔dは約8mmである。

【0038】以上の様に、送信光学系301とプリント

基板600との間の信号の接続をフレキシブル配線基板400で行うことで、光通信モジュール内における送信光学系301とプリント基板600との相対的な位置関係にばらつきが生じて、常に一定の条件で安定した接続が可能となる。また、品種等の差異によって、セラミック基板103の厚さ $t_1$ や、プリント基板600の厚さ $t_6$ や、セラミック基板103とプリント基板600間の距離 $d$ またはそれぞれの基板上における接続部の高さの違い $h$ 等が変動しても、同一のフレキシブル配線基板400を使用して信頼性の高い接続が実現する。更に、フレキシブル配線基板の接続部C5に使用される半田401'~405'と、接続部C6に使用される半田401''~405''については、例えば、銀等の組成を変える等の手法で半田の融点に $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 程度の違いを設けておき、接続の手順の早い方に高融点半田を用いれば、一方の(接続が終了した)半田が他方の加熱時の熱伝導で溶融する等と言った不具合を防止できる。

【0039】なおここまでは、送信光学系モジュール301とプリント基板600の接続について述べてきたが、受信光学系モジュール306とプリント基板600の接続時には、フレキシブル基板500を使用する。フレキシブル基板500の構造は、フレキシブル基板の配線の本数や高速信号伝送配線の配線幅・配線間隔が異なるのみで、高速信号伝送配線の特性インピーダンスを約 $50\Omega$ に整合させる為の基本的な考え方は、フレキシブル基板400を例として説明した場合と全く同一となる為、説明を割愛する。

【0040】図12は、図9及び図10に示したフレキシブル配線基板400を用いて、送信光学系モジュール301側のセラミック基板103上の接続部C1と、プリント基板600上の接続部C3が接続された第2の実施例を示した説明図である。図12(1)は平面図、

(2)は側面図である。本実施例で使用するフレキシブル基板400の全長は25mmであり、フレキシブル基板400を予め台形型にフォーミングして(折り曲げて)用いている。フレキシブル基板400の接続手順としては、光通信モジュールの筐体601の内部に送信光学系モジュール301と、受信光学系モジュール306と、プリント基板600の全てを格納・固定した後に、フレキシブル基板400の接続部C5とセラミック基板103の接続部C1との位置関係を図示しないハンドリング機構により調節し、図示しない加熱装置を用いてフレキシブル基板400側から加熱し、接続部の半田401'~405'を溶融させて接続部C5とC1を接続する。その後、フレキシブル基板400の接続部C6とプリント基板600の接続部C3との位置関係を図示しないハンドリング機構により調節し、図示しない加熱装置を用いてフレキシブル基板400側から加熱し、接続部の半田401''~405''を溶融させて接続部C6

とC3を接続する。セラミック基板103とプリント基板600との間隔 $d$ は約8mmである。

【0041】本実施例によれば、前記第1の実施例で説明した利点の他に、接続終了後のフレキシブル配線基板400の形状に起因して接続部(半田)に加わる応力を緩和することが可能である。即ち、前記第1の実施例では、接続が終了したフレキシブル基板400の弓形の形状の影響で、どちらか一方の接続部(半田)のみに応力が集中する可能性があり、接続部の信頼性が損なわれる恐れがあった。本実施例によれば、フレキシブル配線基板400を接続する前に予め台形型にフォーミングしておくことで、接続部(半田)に加わる応力を大幅に低減することが可能となる。なお、フレキシブル配線基板400を予めフォーミングしておく場合、セラミック基板103とプリント基板600間の距離 $d$ や、セラミック基板103上の接続部C1とプリント基板600上の接続部C3の高さの差 $h$ 等の条件によっては、フレキシブル配線基板400の形状は、クランク型や三角型等が最適となる場合もある。

【0042】更に、接続後の半田に加わる応力を低減させる方法として、セラミック基板103とプリント基板600上の接続部周辺を接着剤等の樹脂410、411で補強しても良い。但し、高速信号伝送配線の特性インピーダンスにできるだけ変化を与えない様にすることがあることから、使用する樹脂410、411の材料は、フレキシブル配線基板400の誘電体層と同じ材料(例えばポリイミド)、或いは比誘電率ができるだけ1に近い材料が望ましい。なお樹脂410は、セラミック基板103上の配線114並びに高速伝送線路115~119と、フレキシブル配線基板400の配線406並びに高速伝送線路401~405とをそれぞれ接続している半田メッキどうしの間(例えば403'と404')にも充填されている。また、樹脂411は、プリント基板600上の配線610並びに高速伝送線路611~615と、フレキシブル配線基板400の配線406並びに高速伝送線路401~405とをそれぞれ接続している半田メッキどうしの間(例えば403''と404'')にも充填されている。更に、図16に示した如くセラミック基板103及びプリント基板600に樹脂補強用のスペースA1、A2を準備して樹脂410及び411を設けても良い。

【0043】図13は、図9及び図10で説明したフレキシブル配線基板400とは異なるタイプのフレキシブル配線基板450(送信光学系モジュール301側)の説明図である。(1)は平面図、(2)は正面図、

(3)はフレキシブル配線基板450の任意の配線の断面図(配線の方向と平行)であり、コブレナ構造の高速信号伝送配線401~405の上部に膜厚 $t_8$ (本実施例では約 $30\mu\text{m}$ )の銅製のシールド層451を設けた断面構造となっている。

【0044】フレキシブル配線基板450には、膜厚 $t_3$ （本実施例では約 $30\mu\text{m}$ ）の配線401～406（本実施例では銅）が形成されており、その上下に誘電体層407（本実施例ではポリイミド）を $t_7$ （本実施例では約 $100\mu\text{m}$ ）、 $t_5$ （本実施例では約 $50\mu\text{m}$ ）だけ積層した構造である。高速信号伝送配線401～405は、信号配線である差動信号配線402及び404の2本から成り、お互いに正負の符号が反転した信号を伝送させる。この差動信号伝送方式により、信号のエネルギーロス及び外部への不要輻射を抑制することができる。差動信号配線402及び404の両側及び、配線間にはグラウンド配線401、403、405を形成し、グラウンド配線401、403、405とシールド層451をビアホール452（材質は銅）で接続した。高速信号伝送配線401～405の配線幅 $L601\sim L605$ と配線間隔 $S601\sim S604$ は、配線401～406の下に積層されている誘電体層407の膜厚 $t_5$ 及び誘電率と、配線401～406とその上部のシールド層452までの間隔 $t_9$ と、高速信号伝送配線401～405の材料である銅の膜厚 $t_3$ と導電率をパラメータとして決定されたもので、配線の特性インピーダンスとして約 $50\Omega$ が得られる関係に調節されている。配線406は送信モジュール100内部に格納されているレーザダイオードの制御信号線であり直流信号の伝送が主となるため、配線406の幅と配線406どうしの間隔については配線の特性インピーダンスを考慮する必要がない。フレキシブル配線基板の全長は約 $15\text{mm}$ 、全幅は約 $8\text{mm}$ である。

【0045】フレキシブル配線基板450の両端には、送信光学系モジュール301側のセラミック基板103上の接続部C1との接続部C5と、プリント基板600上の接続部C3との接続部C6が設けられている。フレキシブル基板400の両端の接続部C5及びC6の配線401～406上には、 $20\mu\text{m}$ 程度の厚さの半田メッキ401'～406'及び401''～406''が形成されている。接続部C1との接続部C5の構造については、図10と同じであるため、ここでは説明を割愛する。また、シールド付きフレキシブル配線基板450についても、図12で説明した如く予め台形型にフォーミングして（折り曲げて）用いることが可能である。また、図13では送信光学系モジュール301とプリント基板600の接続について述べたが、受信光学系モジュール306とプリント基板600の接続時に使用するフレキシブル基板についても、シールド付きの構造のフレキシブル基板を採用することができる。この場合は、フレキシブル基板の配線の本数や高速信号伝送配線の配線幅・配線間隔が異なるのみで、高速信号伝送配線の特性インピーダンスを約 $50\Omega$ に整合させる為の基本的な考え方は、フレキシブル基板450を例として説明した場合と全く同一となる為、説明を割愛する。

【0046】図13に示したシールド付きフレキシブル配線基板の採用により、フレキシブル配線基板からの信号の不要な輻射が抑制されると同時に、プリント基板600等実装されている電子部品等からのノイズをフレキシブル配線基板で受信してしまう等の信号クロストークを避けることが可能となる。また、光通信モジュールの筐体601に格納された送信モジュールと受信モジュールのフレキシブル配線基板どうし間で生じる信号クロストークを低減することができる。

【0047】次に、図1に示した構造の送信用モジュールにおいて、該送信用モジュール内部から発生する熱を効率的に放熱することを目的とした送信用モジュールの構造と、該送信用モジュールを実装するレセプタクル型光通信モジュールの構造について説明する。図14は、レーザダイオードを搭載した第2の送信用モジュールの構造を示す断面図である。図14（2）及び図14（3）はそれぞれ、図14（1）のA-A'断面図、B-B'断面図である。配線が形成されたセラミック基板103は、円盤状のキャンシステム101を貫いて固定されている。また金属ステム104'についても、キャンシステム101を貫いて固定されている。レーザダイオードキャリア105、レーザダイオード106、ドライバLSI107、モニタフォトダイオード108、サーミスタ109、バイアス端子用インダクタ110等は、金属ステム104'の光軸と平行な面上に配置・固定されている。キャンシステム101の上面には、キャンキャップ111を固定する。キャンキャップ111の上面中央部にはレンズ112が固定されている。

【0048】円盤状のキャンシステム101はコパール等の金属製ステムであり、予めセラミック基板103及び金属ステム104'を貫通させるための基板貫通孔102が形成されている。セラミック基板103はアルミナ、窒化アルミ等であり、電気回路として必要な配線及びワイヤボンディング用電極（詳細は図示せず）やモジュール外部との接続に必要な外部電極113が形成してある。配線形成はタングステン等のペーストの印刷、焼成によるが、必要に応じてスルーホールを形成し、多層配線基板とする。ワイヤボンディング用電極や外部電極113のタングステン等の上には $\text{Ni}/\text{Au}$ めっきを施す。セラミック基板103の、基板貫通孔102に於いてキャンシステム101と接触する部分には、タングステン/ $\text{Ni}/\text{Au}$ のメタライズが形成されている。金属ステム104'は銅-タングステン合金のように、熱伝導率が大きく（ $200\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ）、且つキャンシステム101のコパール及びセラミック基板103のアルミナもしくは窒化アルミ等と熱膨張係数が同等（ $5\sim 7\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ）の金属から成る。金属ステム104'の、基板貫通孔102に於いてキャンシステム101と接触する部分についても、タングステン/ $\text{Ni}/\text{Au}$ のメタライズが形成されている。銅-タングステン合金の金属ステム104'



は、後述するドライバLSI107の発熱をキャンシステム101へ効率よく伝導して逃がす作用を果たす。セラミック基板103と金属ステム104'は、基板貫通孔102に於いて、キャンシステム101と銀口ウ等で固定されている。なおセラミック基板の配線形成面には絶縁層120(アルミナ)が設けられている。以上の様に、キャンシステム101とセラミック基板103並びに金属ステム104'との接続部の気密性を確保する。

【0049】レーザダイオードキャリア105は、金属ステム104'の光軸と平行な面上に搭載されている。この搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。レーザダイオードキャリア105は、窒化アルミ等のセラミック基板であり、インピーダンス整合抵抗121が形成されている。インピーダンス整合抵抗121は、例えば、レーザダイオードキャリア105上に形成されたニッケル-クロム等の薄膜抵抗もしくは、チップ抵抗等を用いる。レーザダイオード106はこのレーザダイオードキャリア105に搭載する。この搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。レーザダイオード106の信号光はレンズ112方向に発せられ、その発光中心は円盤状のキャンシステム101の中心に位置するように金属ステム104'、レーザダイオードキャリア105及び、レーザダイオード106の位置が決定される。インピーダンス整合抵抗121が不要の場合は、レーザダイオードキャリア105を用いなくて、レーザダイオード106を直接金属ステム104に搭載しても良い。

【0050】レーザダイオード106を駆動するドライバLSI107は、レーザダイオードキャリア105のできるだけ近くの金属ステム104'上に搭載した。この搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等によるはんだ付けもしくは、銀エポキシ系等の接着剤固定によって行う。本実施例では、ドライバLSI107の端子数は17本であり、前記したようにセラミック基板103をキャンシステム101に貫通させる構造を採用する事によって、ドライバLSI107をレーザダイオード106の近くに設置して、且つ17本の配線114をキャン外部に取り出すことができた。なお図中では、説明の簡略化のために、配線114を8本で表現している。

【0051】モニターフォトダイオード108は、予めモニターフォトダイオードキャリア122に搭載され、その受光面がレーザダイオード106の後方発光を受光できる位置に配置される。モニターフォトダイオード108のモニターフォトダイオードキャリア122への搭載および、モニターフォトダイオードキャリア122の金属ステム104'への搭載は、例えば金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。モニターフォトダイオードキャリア122には、モニターフォトダイオード108搭載面及び、セラミック基板103表面と平行な面に配線が形成されている。

【0052】レーザダイオード106の温度をモニターするサーミスタ109は、金属ステム104'との電気絶縁をとるために窒化アルミ等のサーミスタキャリア123に搭載し、サーミスタキャリア123をレーザダイオード106近傍の金属ステム104'上に配置する。サーミスタ109のサーミスタキャリア123への搭載および、サーミスタキャリア123の金属ステム104'への搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。サーミスタ109は、レーザダイオードキャリア105に搭載しても良い。更に本実施例では、レーザダイオード106のバイアス電位を与えるための端子に、レーザダイオード106の高周波駆動信号がバイアス端子から外部に漏れ出すことを防ぐためのインダクタ110を、セラミック基板103上に搭載した。インダクタ110のセラミック基板103への搭載は、例えば、金-すず、すず-銀等のはんだ付けによって行う。上記した各部品は、ワイヤボンディングやリボンボンディングにより、電氣的に接続される。

【0053】一方、円筒形状のキャンキャップ111は、コパール等のキャンシステム101と同じ材料で成形されたものであり、その上面中央部は開口されて、レンズ112がガラス封着される。本実施例ではレンズ112として、レーザダイオード106からのレーザ光と、これを受ける光ファイバ(図示せず)との光結合効率を高く取る目的で、球面収差の少ない非球面レンズを用いたが、レーザ光パワーが十分に大きい場合はより低価格のボールレンズを用いても良い。キャンキャップ111は、レーザダイオード106の発光中心とレンズ112の中心が一致するように、キャンシステム101に取り付ける。その方法は、例えばキャンキャップ111をキャンシステム101に重ねた状態で、レーザダイオード106を発光させ、レンズ112から出射するレーザ光パワーを測定しながら、キャンシステム101上でのキャンキャップ111の最適位置を求め、キャンキャップ111とキャンシステム101とを抵抗溶接法でリング状に溶接する。また、レンズ112をキャンモジュールの外部に取り付けるような構成を用いる場合は、キャンキャップ111の上面中央部開口にはガラス板(図示せず)を取り付けても良い。この時、要求信頼度によっては必ずしも気密封止に限定せず、接着剤などを用いた非気密性の封止であっても良い。

【0054】図15は送受信機能を備えた、第2のレセプタクル型光通信モジュール(トランシーバモジュール)の実装構造を示した説明図である。(1)は平面図(一部断面図)、(2)は(1)のA-A'断面図、(3)は(1)のB-B'断面図である。本光通信モジュールは、送信モジュール100'を内蔵した送信光学系モジュール301と、受信モジュール200を内蔵した受信光学系モジュール306と、両光学系モジュールの制御回路を実装したプリント基板600と、送受信光

学系モジュールに対して外部から光ファイバを接続するためのレセプタクル部602が1つの筐体601に格納された構成である。プリント基板600にはコネクタ部630が形成されており、複数の光通信通信モジュールを1枚のマザーボード（図示せず）上に設けたコネクタ勘合部に挿入して使用することができる。コネクタ部630には、マザーボードからプリント基板600に電源を供給したり、両者間で信号のやりとりを行うための配線631が設けられている。配線631は銅から成り、その表面には金メッキが施されている。

【0055】レセプタクル部602では、スリーブ609により送受信光学系モジュールのファイバキャピラリの外形が拘束されており、光通信モジュールの外部から送受信側にそれぞれ挿入されるコネクタ先端のファイバキャピラリ（図示せず）が、スリーブ609内に圧入されることで、光量ロスを抑えた光結合を実現している。送信光学系モジュール301側のセラミック基板103とプリント基板600、並びに受信光学系モジュール306側のセラミックブロック203とプリント基板600間は、前述したフレキシブル配線基板400並びに500で電気的に接続されている。

【0056】本実施例では、送信モジュール100'に内蔵されたレーザダイオード106のドライバLSI107からの発熱を、送信モジュール100'の金属ステム104'と、放熱ブロック650を介して筐体601に伝導する構造とした。放熱ブロック650は、例えば銅-タングステン等の熱伝導に優れた材料で形成される。放熱ブロック650と金属ステム104'並びに筐体601との間は、金-すず、すず-銀等のはんだ付けで接続する。ここで、放熱ブロック650と金属ステム104'との間の接続、または放熱ブロック650と筐体601との間の接続のどちらか一方あるいは両方を、図示しない銅テープ等の粘着性熱伝導シートにより行うことも可能である。更に、粘着性熱伝導シートとして弾性材料を使用することで、筐体601に加わった外力が放熱ブロック650を介して金属ステム104'に伝搬することを防げる。

【0057】放熱ブロック650の採用により、送信モジュール100'内部のドライバLSI107から生じた熱の影響により、セラミック基板103と金属ステム104'の熱膨張率の差異で生じるセラミック基板103と金属ステム104'の反りを抑制することができる。これによって、送信モジュール100'のトラッキングエラー（レーザダイオード106の光軸ずれ）を抑制することができ、光通信モジュールの動作の信頼性が向上する。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、送信側光学系モジュールとプリント基板間、並びに受信側光学系モジュールとプリント基板間の信号接続を、コブレナ構造の信号伝送

配線と、配線の両端に半田接続部を備えた構造のフレキシブル配線基板で実現することで、高速な信号伝送（10Gbit/s以上）が可能なレセプタクル型光通信モジュールが実現する。また、送信側光学系モジュールとプリント基板間、並びに受信側光学系モジュールとプリント基板間の信号接続を、フレキシブル配線基板で実現することで、光通信モジュール内部において送信用光学系モジュールとプリント基板間、並びに受信信用光学系モジュールとプリント基板間の実装位置関係にばらつきが生じた場合でも、それらの間の電気的な接続の信頼性を確保できる。

【0059】また、送信側光学系モジュールとプリント基板間、並びに受信側光学系モジュールとプリント基板間の信号接続を、フレキシブル配線基板で実現することで、マザーボードに対して光通信モジュールを挿抜する際等にプリント基板に加わる外力が、送信側光学系モジュールとプリント基板間、並びに受信側光学系モジュールとプリント基板間の接続部に伝わることなく、それらの間の電気的な接続の信頼性を確保できる。

【0060】また、送信モジュールに内蔵されたレーザダイオードのドライバLSIからの発熱を、送信モジュールの金属ステムと、放熱ブロックを介して筐体に伝導する構造とした送信モジュールにより、送信モジュールのトラッキングエラーを抑制することができ、光通信モジュールの動作の信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーザダイオードを搭載した送信用モジュールの構造を示す断面図。

【図2】セラミック基板103上の外部電極の説明図。

【図3】フォトダイオードを搭載した受信モジュールの構造を示す断面図。

【図4】セラミックブロック上の外部電極の説明図。

【図5】送信モジュールを格納した送信光学系モジュールの構造を示した説明図。

【図6】受信モジュールを格納した受信光学系モジュールの構造を示した説明図。

【図7】送信モジュールと受信モジュールを内蔵したレセプタクル型光通信モジュールの実装構造を示した説明図。

【図8】プリント基板上に設けられた配線パターンの説明図。

【図9】送信光学系モジュール側に用いるフレキシブル配線基板の説明図。

【図10】フレキシブル基板400の両端に設けられた接続部の構造を示した図。

【図11】セラミック基板上の接続部C1とプリント基板上の接続部C3を接続する第1の実施例を示した説明図。

【図12】セラミック基板上の接続部C1とプリント基



板上の接続部 C 3 を接続する第 2 の実施例を示した説明図。

【図 13】送信光学系モジュール側に用いるシールド付きフレキシブル配線基板の説明図。

【図 14】レーザダイオードを搭載した第 2 の送信用モジュールの構造を示す断面図。

【図 15】送信モジュールと受信モジュールを内蔵した第 2 のレセプタクル型光通信モジュールの実装構造を示した説明図。

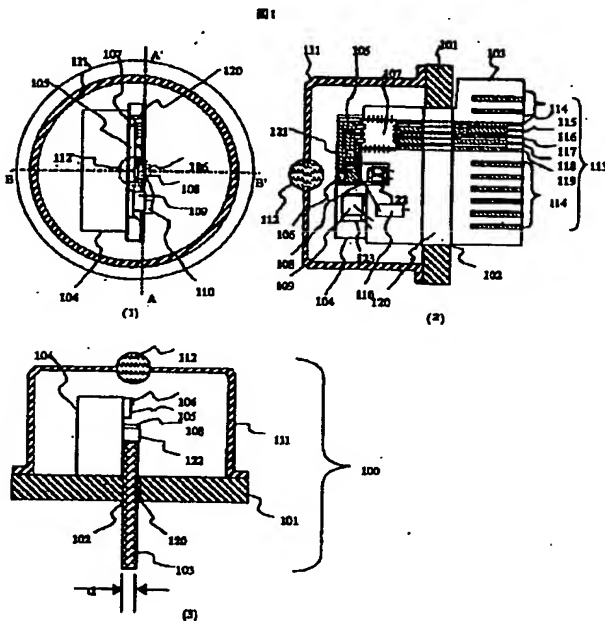
【図 16】セラミック基板上の接続部 C 1 とプリント基

\* 板上の接続部 C 3 を接続する第 3 の実施例を示した説明図。

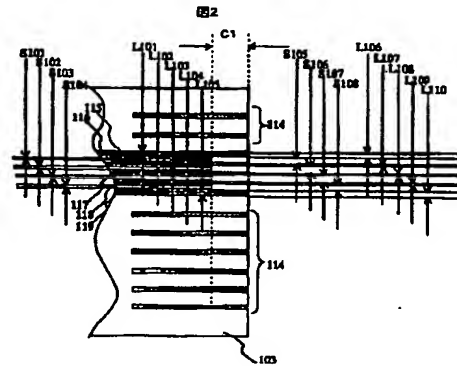
【符号の説明】

100…送信モジュール、103…セラミック基板、200…受信モジュール、203…セラミックブロック、301…送信光学系モジュール、306…受信光学系モジュール、400…送信側フレキシブル配線基板、500…受信側フレキシブル配線基板、600…プリント基板、601…筐体、602…レセプタクル部、630…コネクタ部。

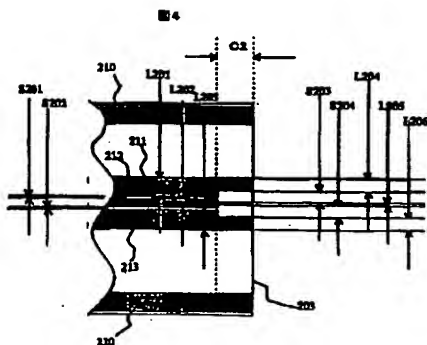
【図 1】



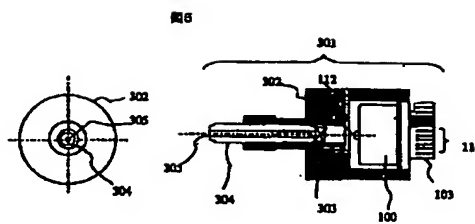
【図 2】



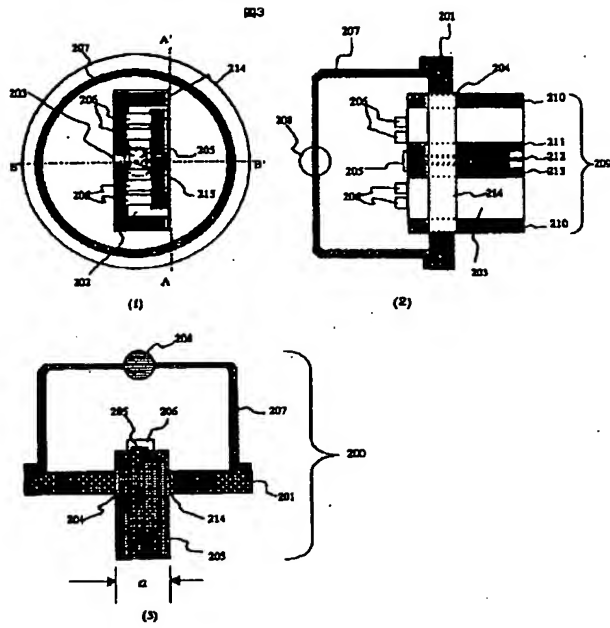
【図 4】



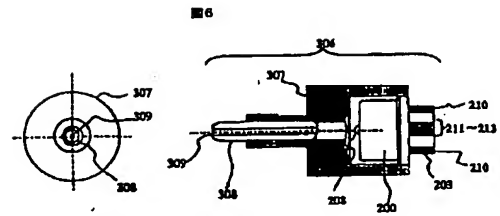
【図 5】



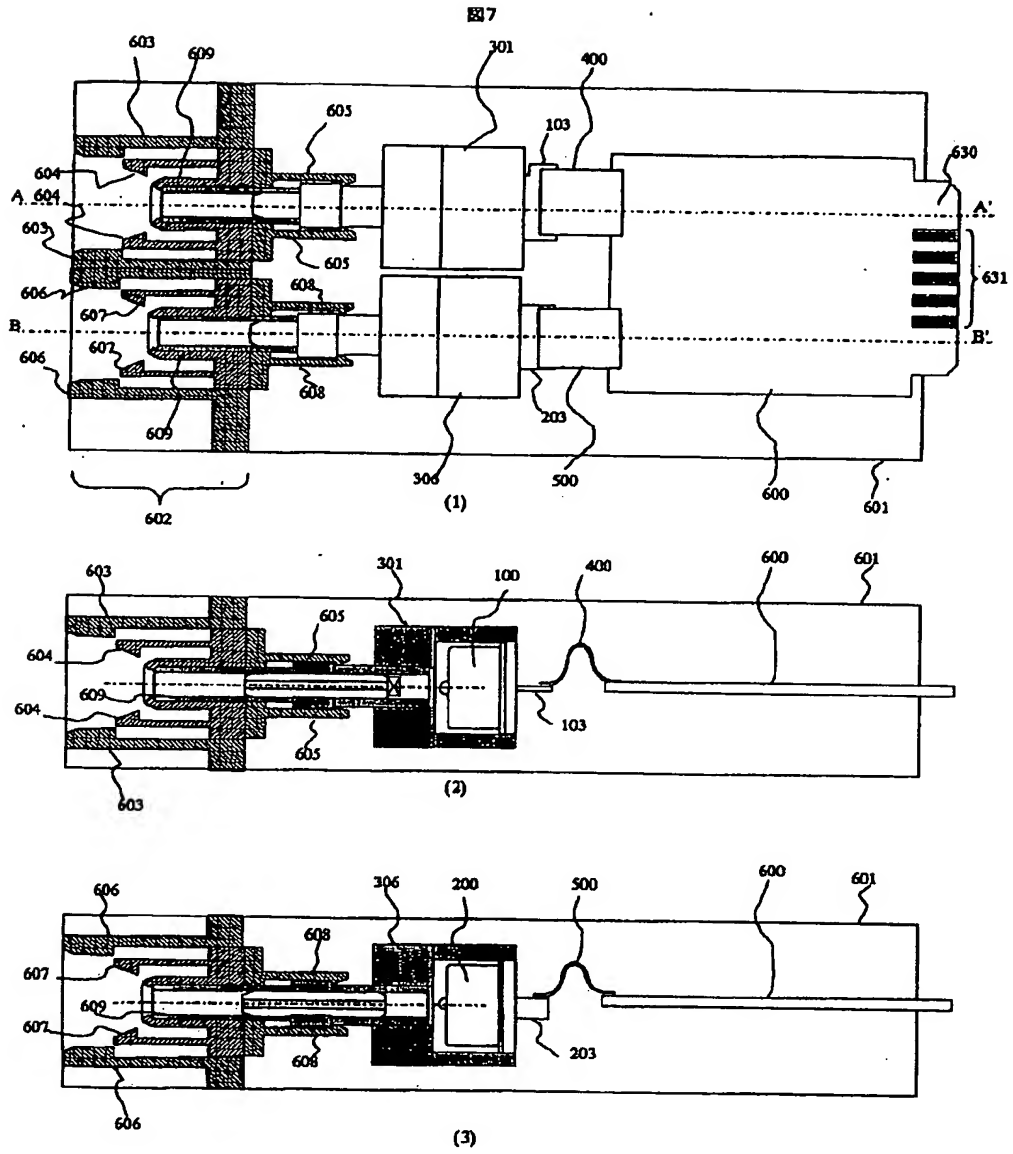
【図3】



【図6】

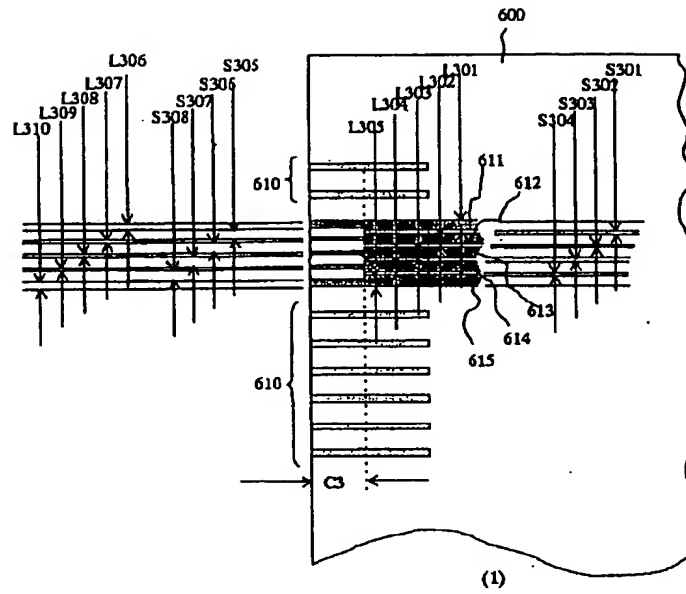


【図7】

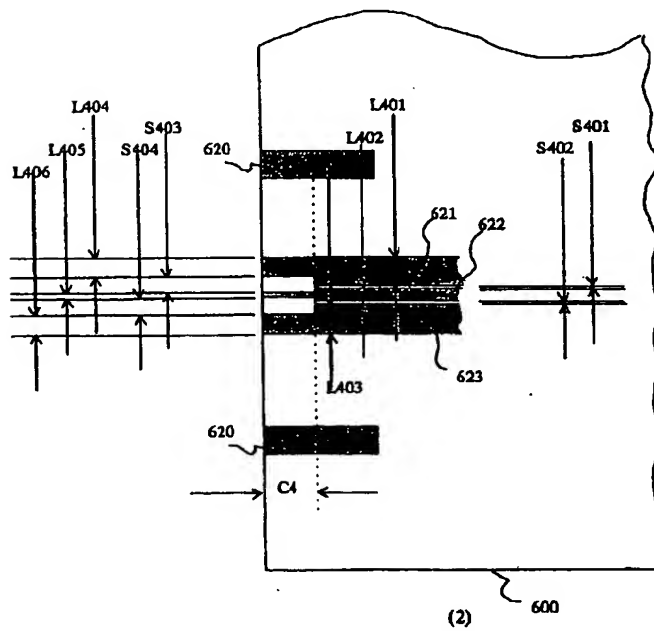


【図8】

図8

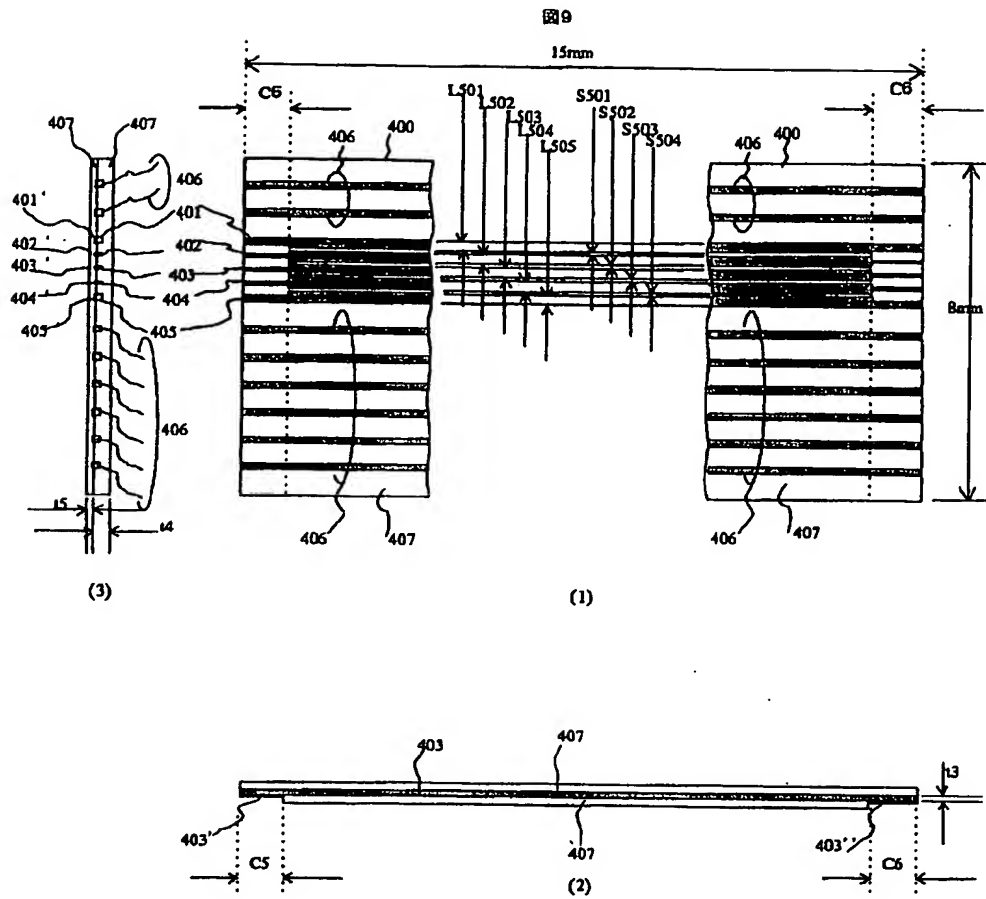


(1)



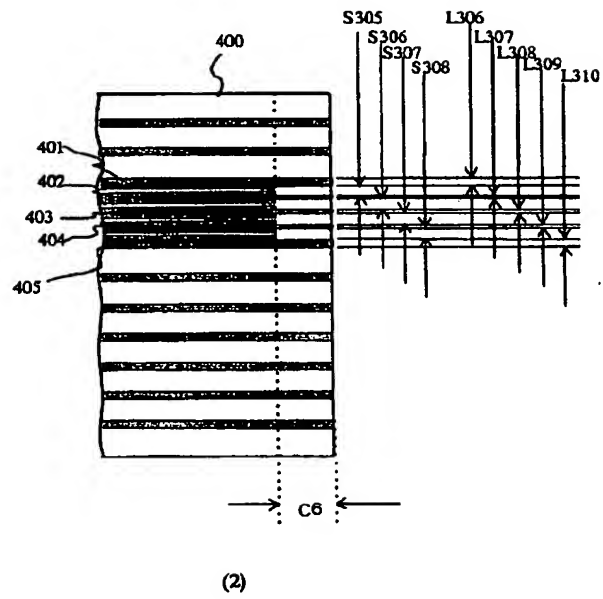
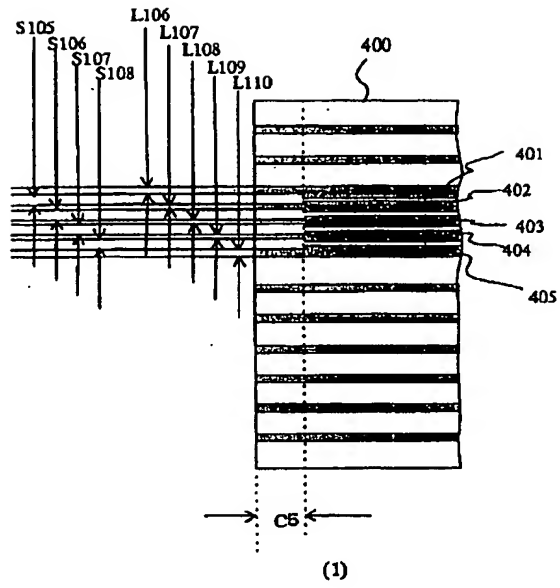
(2)

【図9】

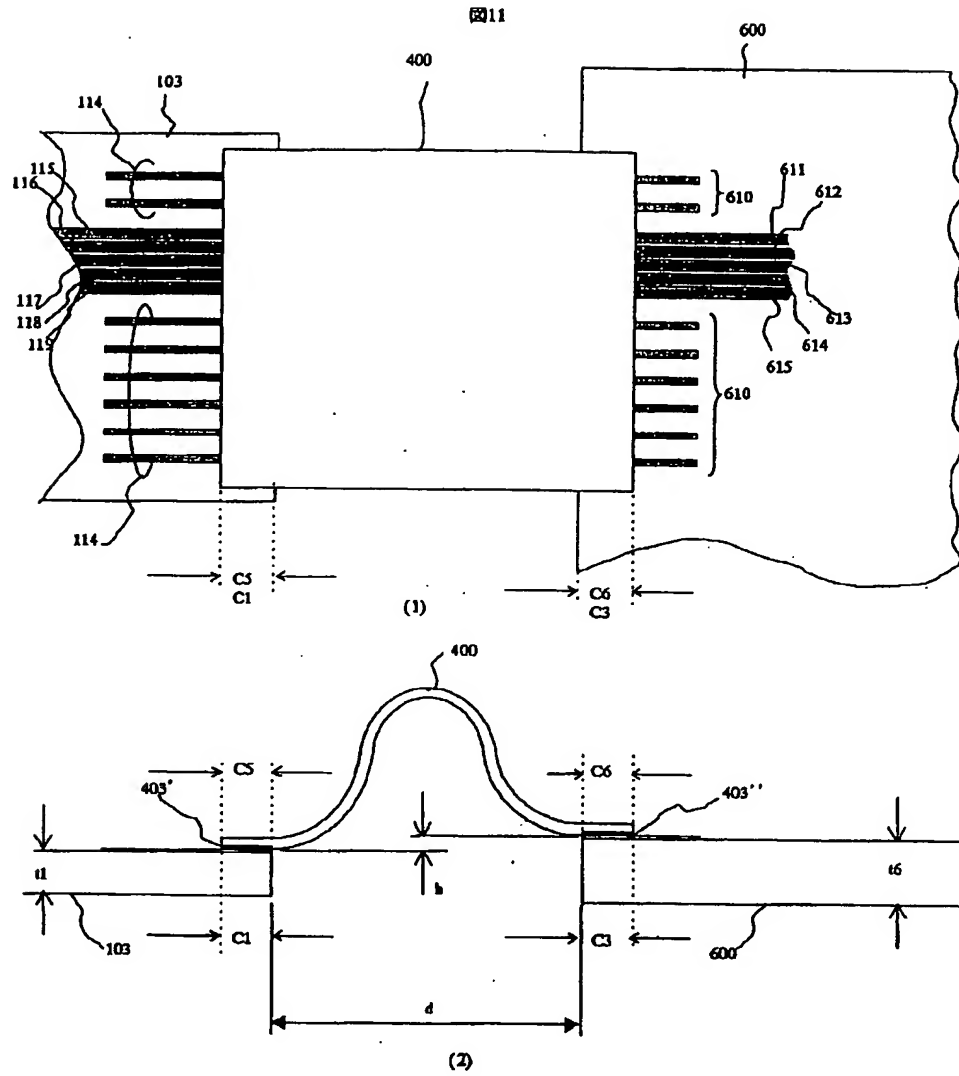


【図10】

図10

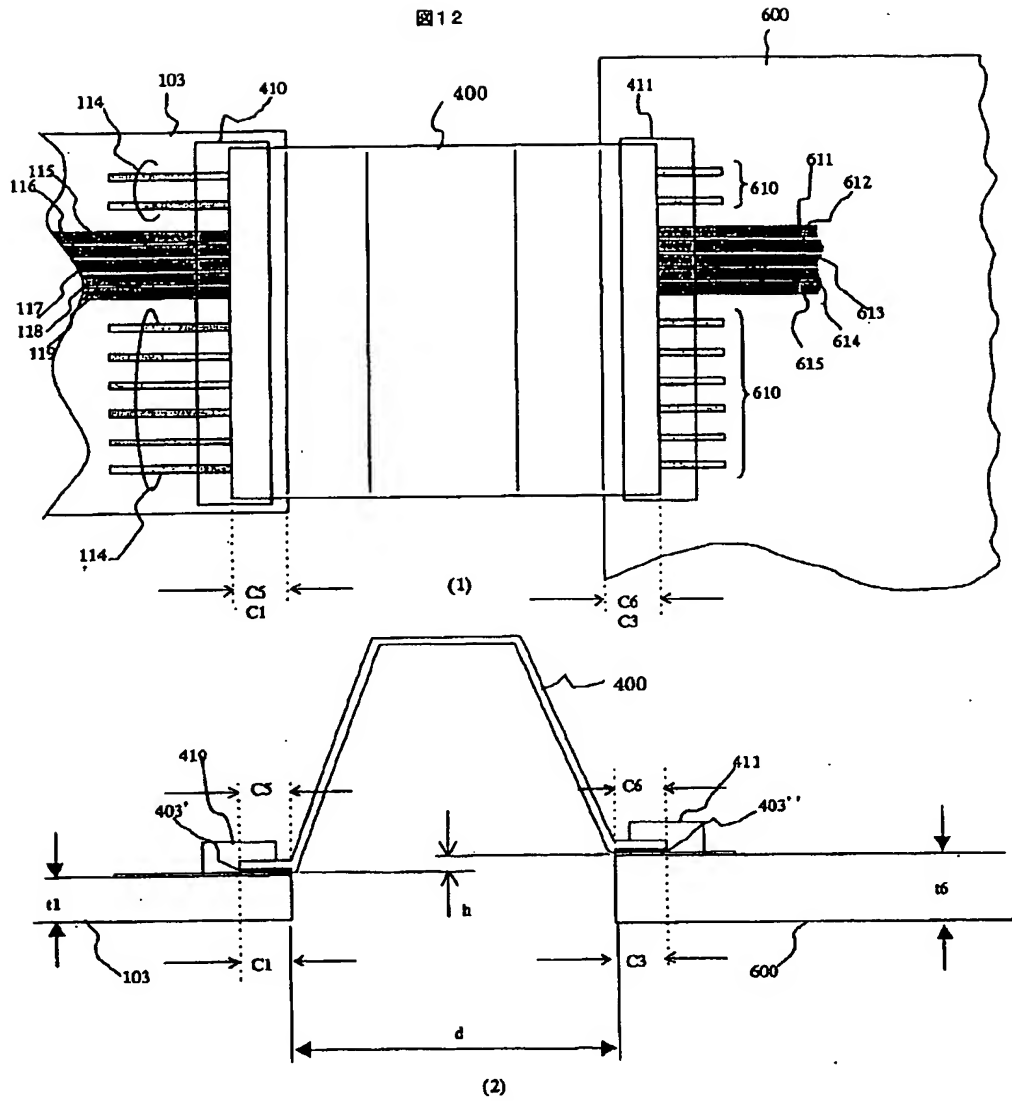


【図11】



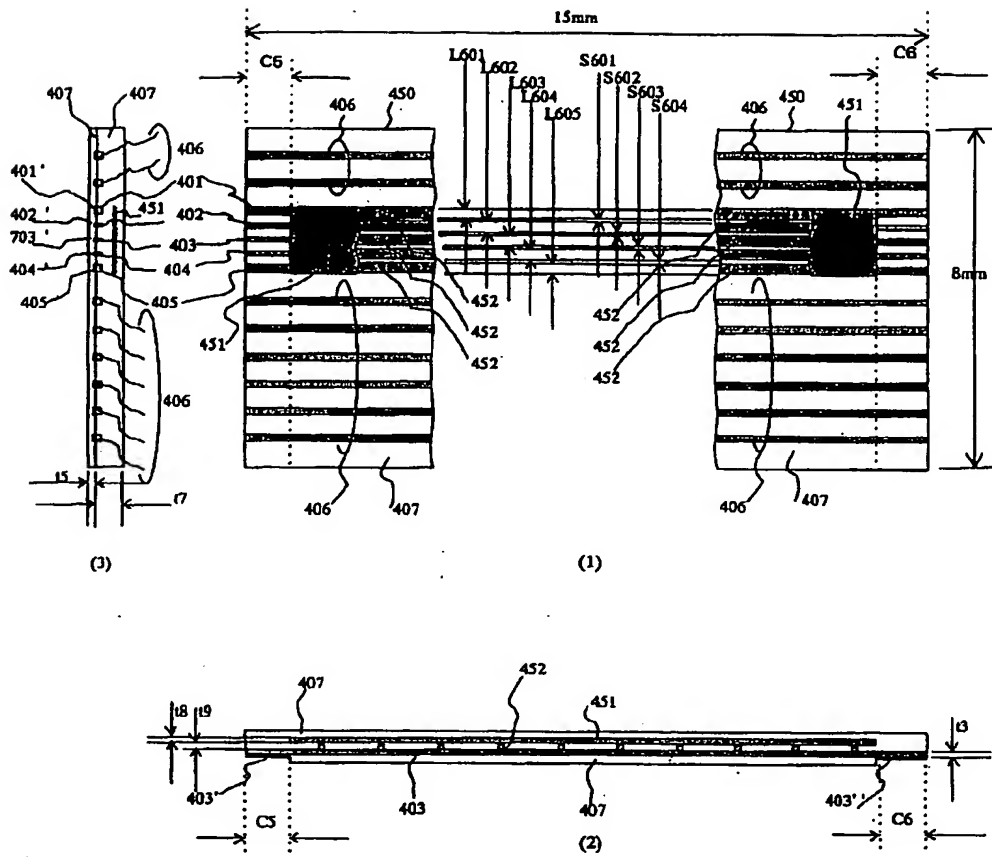


【図12】



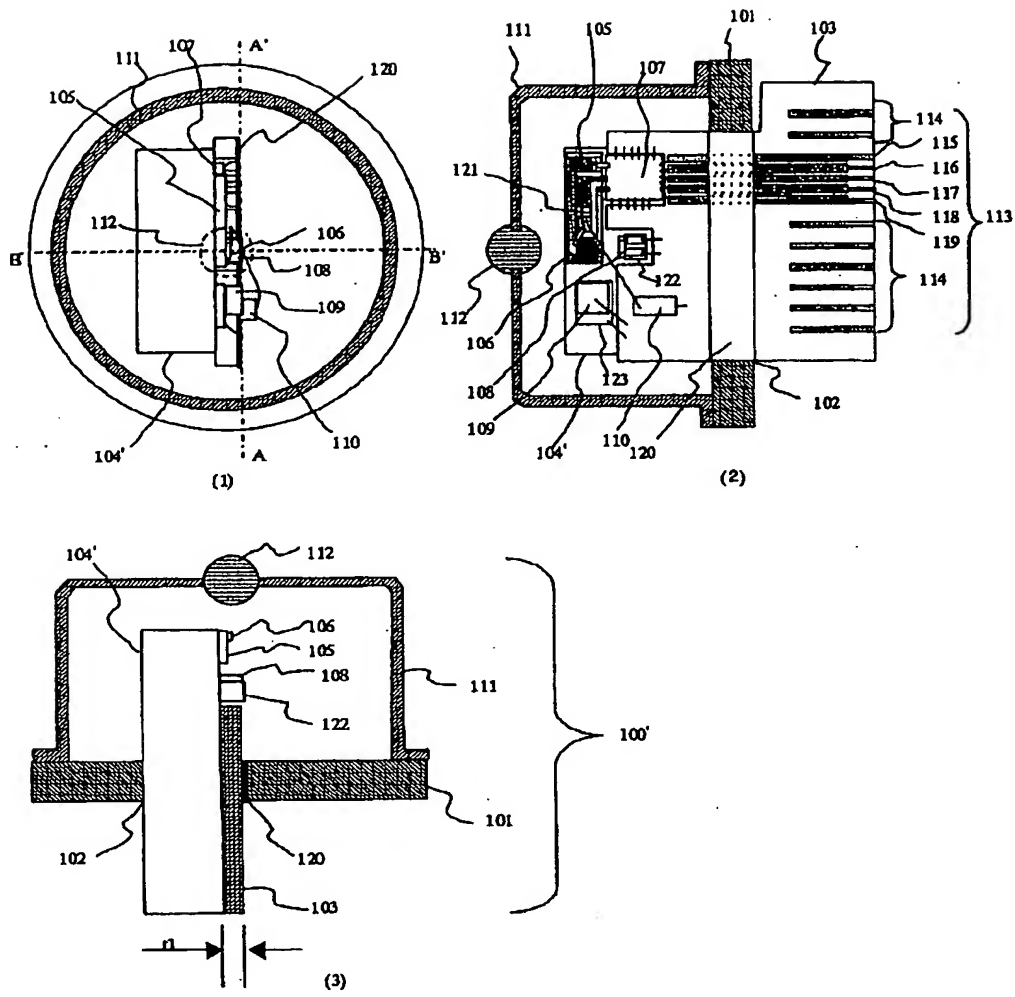
【図13】

図13

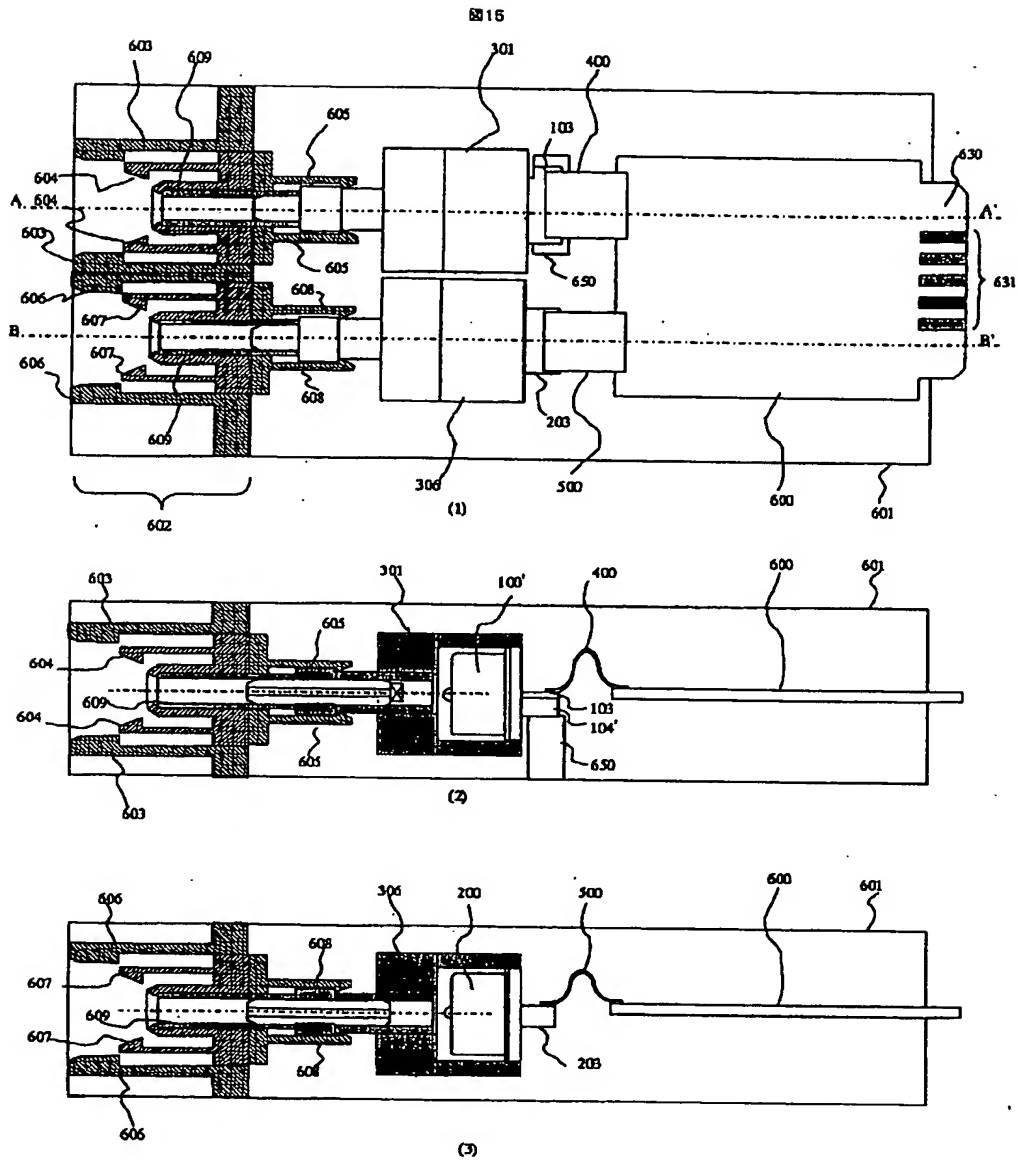


【図14】

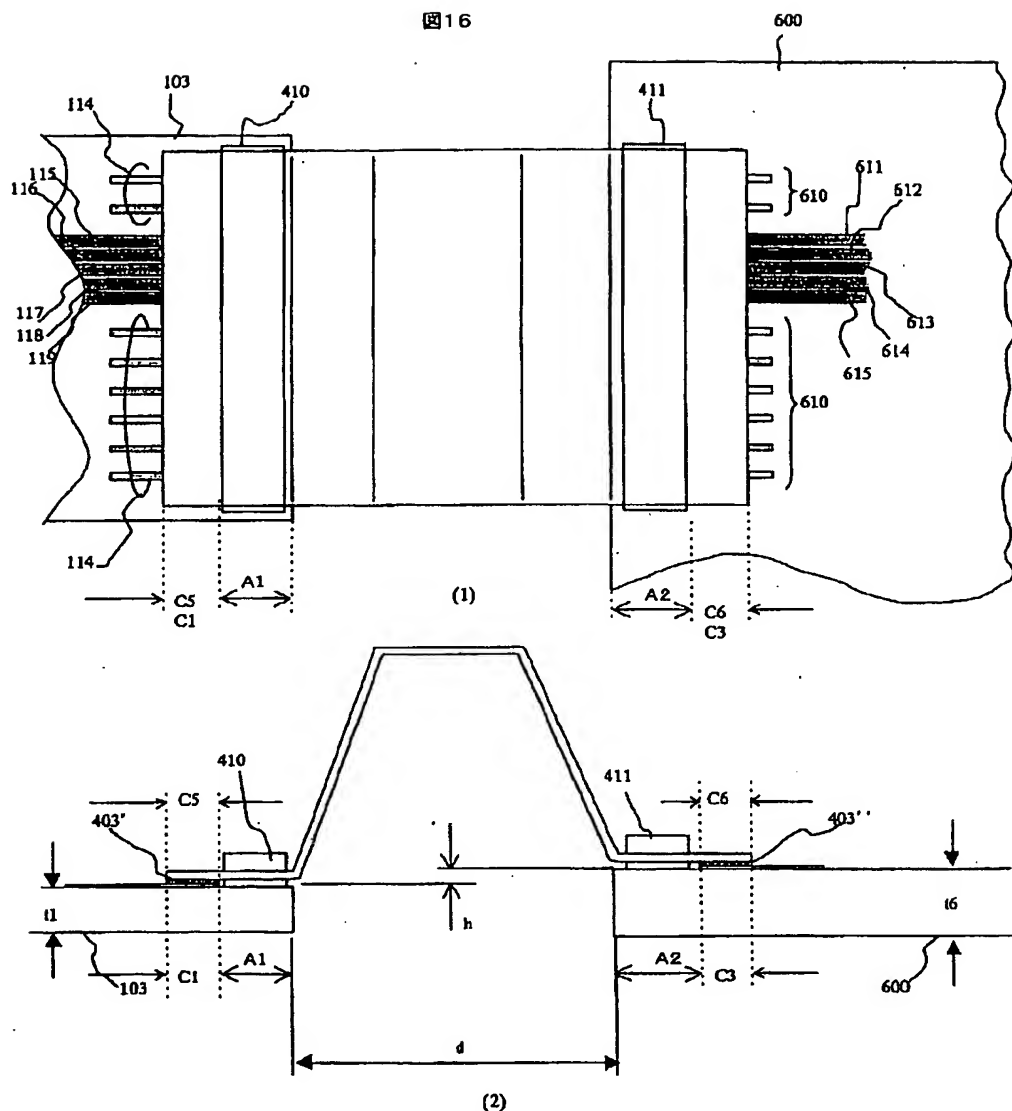
図14



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H 0 4 B 10/26

10/28

識別記号

F I

テマコード (参考)

(72)発明者 古市 浩朗

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 吉田 亨

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 吉田 勇  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内  
(72)発明者 大野 勝也  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日  
本オブネクト株式会社内  
(72)発明者 山田 収  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日  
本オブネクト株式会社内  
(72)発明者 井辺 大  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日  
本オブネクト株式会社内

(72)発明者 時田 茂  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日  
本オブネクト株式会社内  
(72)発明者 土濃塚 太郎  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日  
本オブネクト株式会社内  
Fターム(参考) 5F073 AB27 AB28 BA02 EA14 EA27  
EA28 FA02 FA29  
5F088 AA01 BA10 BA16 BB01 EA07  
EA09 EA16 JA03 JA07 JA12  
JA14 KA02  
5K002 AA01 AA03 AA07 BA01 BA13  
BA31 BA32 CA02 FA01